

核技术利用建设项目
浙江越新检测技术有限公司
X 射线现场探伤迁建项目环境影响报告表
（报批稿）

浙江越新检测技术有限公司

2022 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
浙江越新检测技术有限公司
X 射线现场探伤迁建项目环境影响报告表

建设单位名称：浙江越新检测技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：金杭飞

通讯地址：浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路 135 号协和财富中心

000404-7

邮政编码：311800

联系人：方飞忠

电子邮箱：/

联系电话：1885789182

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	8
表 3	非密封放射性物质	8
表 4	射线装置	9
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6	评价依据	11
表 7	保护目标与评价标准	14
表 8	环境质量和辐射现状	18
表 9	项目工程分析与源项	19
表 10	辐射安全与防护	24
表 11	环境影响分析.....	32
表 12	辐射安全管理	38
表 13	结论与建议	44
表 14	审批	48

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江越新检测技术有限公司 X 射线现场探伤迁建项目			
建设单位		浙江越新检测技术有限公司			
法人代表	金杭飞	联系人	方飞忠	联系电话	18857891821
注册地址		浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路 135 号协和财富中心 000404-7			
项目建设地点		配套用房地地点：浙江省诸暨市陶朱街道千禧路 13 号； 现场探伤地点：各探伤施工现场，作业地点不固定。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		300	项目环保投资 (万元)	30	投资比例（环保 投资/总投资） 10%
项目性质		☒ 迁建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²) /
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放 射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1.1 项目建设单位情况

浙江越新检测技术有限公司（以下简称为“公司”）成立于2017年12月18日，注册地址位于浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路135号协和财富中心，是一家专业从事无损检测技术服务的公司。

目前公司持有效的《辐射安全许可证》，已许可8台X射线定向探伤机，实际在用4台X射线定向探伤机（XXG-2005型、RT-2305型、XXG-2505型、XXG-3005型各1台），用于对外承接的各项检测业务主要包括各类机械铸件的探伤、承压管道焊缝的探伤以及电力石化等管道的常规检测和特殊检测，作业范围为全国各地，同时租赁诸暨市金汇机械有限公司位于诸暨市璜山镇工业区五灶西路5号的仓库用于X射线探伤机不作业时的临时贮存，暗室、洗片室和危废暂存间依托公司位于浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路135号协和财富中心的功能场所。上述辐射活动均已通过环保审批、辐射安全许可和竣工验收。

1.2 项目建设目的和任务由来

由于企业自身的发展需要，浙江越新检测技术有限公司计划实施X射线现场探伤迁建项目，主要内容：将现场探伤配套用房（位于诸暨市璜山镇工业区五灶西路5号的X射线探伤机贮存间；位于浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路135号协和财富中心的暗室、洗片室和危废暂存间）迁建至浙江省诸暨市陶朱街道千禧路13号，租赁诸暨优尼斯智能制造谷有限公司的闲置用房（租赁协议见附件13）建设辅助用房，继续对外开展X射线现场探伤工作。本项目迁建后X射线探伤机的数量、型号和性能参数均维持不变，仍然为4台X射线定向探伤机。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《关于发布射线装置分类的公告》，工业用X射线探伤装置属于Ⅱ类射线装置。对照中华人民共和国生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用Ⅱ类射线装置，应编制辐射环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，浙江越新检测技术有限公司委托杭州卫康环保科技有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容与规模

公司拟将现场探伤配套用房（位于诸暨市璜山镇工业区五灶西路5号的X射线探伤机贮存间；位于浙江省诸暨市陶朱街道艮塔西路135号协和财富中心的暗室、洗片室和危废暂存间）迁建至浙江省诸暨市陶朱街道千禧路13号，租赁诸暨优尼斯智能制造谷有限公司的闲置用房建设辅助用房，继续对外开展X射线现场探伤工作。迁建后X射线探伤机的数量、型号和性能参数均维持不变，仍然为4台X射线定向探伤机，射线装置应用情况见表1-1。

表1-1 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	数量	型号	性能参数	出束类型	备注
1	X射线探伤机	Ⅱ类	1台	XXG-2005	200kV、5mA	定向	现场探伤
2	X射线探伤机	Ⅱ类	1台	RT-2305	230kV、5mA	定向	现场探伤
3	X射线探伤机	Ⅱ类	1台	XXG-2505	250kV、5mA	定向	现场探伤
4	X射线探伤机	Ⅱ类	1台	XXG-3005	300kV、5mA	定向	现场探伤

注：现场探伤过程中，同一作业地点不存在两台及两台以上X射线探伤机同时探伤的情况。

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境

本项目配套用房迁建后的地理位置位于浙江省诸暨市陶朱街道千禧路13号，租赁诸暨优尼斯智能制造谷有限公司的闲置用房实施X射线贮存间、暗室和危废暂存间等配套用房的建设，地理位置见附图1。出租方整体大厂区东侧为千禧路，南侧为赢绍纺织、浙江隆华进出口有限公司和浙江缘旺门窗有限公司，西南侧为全兴精工集团有限公司，西侧为浙江广昊机械科技有限公司的空地，北侧为展诚大道，周围环境情况见附图2。

1.4.2 X射线机贮存间位置及选址合理性分析

本项目于X射线探伤机不作业时，全部临时贮存于设备贮存间内，实行双人双锁并专人负责，其现状情况见附图3。该贮存间位于办公楼的四层，建筑面积约25m²，其东侧为闲置用房，南侧隔走廊为闲置用房，西侧为楼梯口，北侧临空，正上方为出租方尚未对外租赁的闲置用房，正下方为瑞菱机械的闲置用房。根据建设单位提供的场所证明文件（房权证见附件12），项目用地为工业性质，周围无环境制约因素。该贮存间仅为设备的临时贮存，不涉及射线装置的使用、调试及检修工作。同时，X射线探伤机不开机状态下，对周围环境不会产生辐射影响。因此，设备贮存间的位置合理可行。

1.4.3 探伤洗片及危废暂存场所位置

绍兴市内项目部均固定在公司总部厂区的暗室内完成探伤洗片工作，产生的各类危废经收集后暂存于危废暂存间，委托有资质的单位处理处置，完好的胶片存档于公司胶片档案室。该暗室和危废暂存间均位于办公楼的五层，具体位置见附图5。

绍兴市外项目部均设有单独的临时性暗室，直接在该场所内完成探伤洗片工作，不运回公司总部厂区的暗室进行洗片。临时性暗室的管理要求参考总部厂区的危废暂存间，产生的各类危废就近处理，委托当地有资质单位处理处置，完好的胶片运回公司总部存档于胶片档案室。

1.4.4 现场探伤时作业场地位置及环境保护目标

该公司现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。本项目环境保护目标为X射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及周围其他公众成员。

1.4.5 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150

号), 要求强化“三线一单”约束作用, 建立“三挂钩”机制, “三管齐下”切实维护群众的环境权益。“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”, 更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用, 加快推进改善环境质量。本项目“三线一单”符合性判定情况见表1-2。

表1-2 本项目“三线一单”符合性分析

生态保护红线	根据《诸暨市“三线一单”生态环境分区管控方案》(甬环发〔2020〕56号)及《绍兴市生态保护红线分布图》(见附图7), 本项目所在地周边无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态保护目标, 未触及生态保护红线。
环境质量底线	经辐射环境影响预测, 本项目运营过程中产生的电离辐射, 经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施, 可以做到达标排放, 符合环境质量底线要求
资源利用上线	本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等, 主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电, 但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少, 符合资源利用上线要求
环境准入负面清单	根据《诸暨市“三线一单”生态环境分区管控方案》, 本项目位于浙江省绍兴市诸暨市经济开发区产业集聚重点管控单元(编码: ZH33068120001, 见附图8), 该环境管控单元准入清单要求如下: ①空间布局约束 1、优化产业布局和结构, 实施分区差别化的产业准入条件。2、合理规划布局三类工业项目, 控制三类工业项目布局范围和总体规模, 鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。3、合理规划居住区与工业功能区, 在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。 ②污染物排放管控 1、严格实施污染物总量控制制度, 根据区域环境质量改善目标, 削减污染物排放总量。2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目, 推进工业园区(工业企业)“污水零直排区”建设, 所有企业实现雨污分流。4、加强土壤和地下水污染防治与修复。 ③环境风险管控 1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境与健康风险。2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管, 加强重点环境风险管控企业应急预案制定, 建立常态化的企业隐患排查整治监管机制; 加强风险防控体系建设。 ④资源速率开发 1、推进工业集聚区生态化改造, 强化企业清洁生产改造, 推进节水型企业、节水型工业园区建设, 落实煤炭消费减量替代要求, 提高资源能源利用效率。 本项目为核技术利用建设项目, 主要对外提供无损检测服务, 不属于《诸暨市“三线一单”生态环境分区管控方案》附表工业项目分类表中工业项目, 且项目利用现有已建建筑开展工作, 不改变土地现状。经营过程中污染物简单, 排放量较小, “三废”污染物皆可控制和处理, 故项目运营后对周围环境不会产生较大影响。同时, 公司已制定《辐射事故应急预案》, 并设置辐射事故应急小组和应急物资, 具备完善的风险防范措施。因此, 本项目的实施符合《诸暨市“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求, 不在环境准入负面清单内。

因此, 本项目符合“三线一单”的建设要求。

1.5 产业政策符合性分析

结合国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的辐射影响。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

公司持有效的《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证（D2368），种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2024 年 4 月 25 日，许可内容和规模：8 台 X 射线探伤机，用于现场探伤，见附件 4。由于企业发展规划有所调整，实际仅购买 4 台 X 射线探伤机，已于 2019 年 3 月 13 日通过了绍兴市生态环境局的环保审批，批复文号：绍市环审（2019）5 号，2021 年 10 月 18 日通过环保竣工自主验收，见附件 5。现有射线装置基本情况见表 1-3。

表 1-3 现有射线装置台账明细单

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	备注
1	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	XXG-2005	200	5	现场探伤	在用
2	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	RT-2305	230	5	现场探伤	在用
3	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	XXG-2505	250	5	现场探伤	在用
4	X 射线探伤机 (定向)	II 类	1 台	XXG-3005	300	5	现场探伤	在用

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理机构成立文件

公司已成立以金杭飞为组长的辐射安全防护小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求；明

确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件6。

2、现有辐射安全规章制度的制定情况

公司已制定《辐射防护和安全管理制制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《现场探伤安全防护制度》、《X射线探伤机安全操作规程》、《X射线探伤机使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射工作人员培训、体检及保健制度》、《放射工作监测制度》、《辐射工作安全责任书》、《自行检查及年度监测方案》、《辐射安全许可证变更及注销制度》、《射线装置事故应急处置预案》等规章制度，并张贴上墙于相关辐射工作场所现场处。

公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

3、现有辐射工作人员管理

公司现有8名辐射工作人员，均持有效的辐射安全与防护证书，符合持证上岗的要求，见附件8。3名辐射工作人员已参加实际探伤操作，均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根据建设单位提供的最近一年连续四个季度的个人剂量档案，单名辐射工作人员的年有效剂量为0.054~0.113mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合本项目剂量约束值的要求，见附件9；另5名为公司新进人员，已配备个人剂量计，个人剂量档案建立中。所有辐射工作人员已开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过2年。根据建设单位提供的职业健康体检报告，其中7名辐射工作人员可从事放射性工作，健康无异常，另1名工作人员需复查，目前已安排复查工作，见附件10。

4、现有防护用品与辐射监测仪器

公司每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，现有防护用品与辐射监测仪器与统计清单见表1-4，可以满足现阶段的现场探伤工作要求。

表1-4 现有防护用品与辐射监测仪器

序号	名称	数量
1	个人剂量计	8个
2	个人剂量报警仪*	8个
3	辐射监测仪	1个
4	电离辐射警示标识	16个

5	警告牌	16个
6	警戒绳	1500m
7	警戒带	16卷
8	工作警示灯	16个
9	铅屏风（150cm长，25cm宽，4mmPb）	2块
10	铅背心	8套
11	铅围脖	8套
12	铅手套	8套
13	铅眼镜	8套
注：*指具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪，同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能。		

5、“三废”处理

公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”污染物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、高浓度的洗片废水及臭氧和氮氧化物等。目前，公司已与诸暨市油润再生资源回收有限公司签订了危废委托收集协议（见附件14），危废集中收集后统一交由有资质单位进行处理。现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

6、场所检测与年度评估

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，经与建设单位核实，公司已对现场探伤工作场所开展了2021年度辐射检测工作，检测结果均满足相关标准要求。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，公司已对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

7、辐射事故应急

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件11。公司每年均定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动 种类	实际日最大操 作量（Bq）	日等效最大操 作量（Bq）	年最大用量 （Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机（定向机）	Ⅱ类	1 台	XXG-2005	200	5	现场探伤	探伤施工现场	本次迁建
2	X 射线探伤机（定向机）	Ⅱ类	1 台	RT-2305	230	5	现场探伤	探伤施工现场	
3	X 射线探伤机（定向机）	Ⅱ类	1 台	XXG-2505	250	5	现场探伤	探伤施工现场	
4	X 射线探伤机（定向机）	Ⅱ类	1 台	XXG-3005	300	5	现场探伤	探伤施工现场	

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和 NO _x	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废显（定）影液	液态	/	/	约 10L	约 120L	/	集中存放于 危废暂存间	定期委托有资质的单位处理处置
废胶片	固态	/	/	约 1.5kg	约 18.4kg	/		
洗片废水	液态	/	/	约 6.7L	约 80L	/		

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。
2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度，年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律文件	(1)《中华人民共和国环境保护法(2014 年修订)》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； (2)《中华人民共和国环境影响评价法(2018 年修订)》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行； (3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法(2020 年修订)》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行； (4)《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； (5)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019 年修改)》，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021 年修改)》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (9)《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发〔2006〕145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行； (11)《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019 年本)〉的决定》，国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行； (12)《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》，环环评〔2021〕108 号，生态环境部办公厅，2021 年 11 月 19 日印发； (13)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》，生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (14)《国家危险废物名录(2021 年版)》，生态环境部令 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (15)《危险废物转移管理办法》，生态环境部令 23 号，2022 年 1 月 1 日起施行； (16)《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》，原环境保护部公告
------	--

	2017 年第 43 号，2017 年 9 月 1 日印发； （17）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日印发； （18）《建设项目环境影响报告书（表）》编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； （19）《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （20）《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （21）关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，浙环发〔2015〕38 号，原浙江省环境保护厅，2015 年 10 月 23 日起施行； （22）关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019 年本）》的通知，浙环发〔2019〕22 号，浙江省生态环境厅，2019 年 12 月 20 日起施行； （23）关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41 号，浙江省人民政府，2020 年 5 月 14 日起施行； （24）关于印发《诸暨市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，诸暨市人民政府，2020 年 9 月 17 日印发。
技 术 标 准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），2017年1月1日实施； （2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），2016年4月1日实施； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003年4月1日实施； （3）《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），2015年6月1日实施； （4）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020年4月1日实施； （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021年5月1日实施； （6）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），2021年5月1日实施； （7）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及2013年修改单，2013年6月8日实施。

其 他	(1) 环评委托书，见附件1； (2) 《辐射防护导论》，方杰主编； (3) 企业提供的其他与工程建设有关的技术资料。
--------	--

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，并结合本项目的实际情况，本项目各探伤设备现场探伤的评价范围为其监督区边界，本项目 XXG-2005、RT-2305、XXG-2505、XXG-3005 型 X 射线探伤机现场探伤时监督区理论估算结果为 186m、247m、172m、122m。

7.2 保护目标

由于本项目为现场探伤，探伤地点不固定。因此，X射线探伤机在工作条件下的环境目标是不定的。本项目环境保护目标为X射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及周围其他公众成员，具体见表7-1。

表7-1 本项目主要环境保护目标

保护目标	相对方位	与探伤机的距离（m）	人数（个）	剂量约束值（mSv/a）
辐射工作人员	非主射方向	控制区外、监督区内	8	5.0
公众成员	不定	监督区外、评价范围内	不定	0.25

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量管理约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量管理约束值。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 7-2 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率（mGy/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.3 连接电缆

对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（7-1）计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (7-1)$$

式中： $\dot{K}$ ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h）；

t——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 100μSv/周。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围

尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施(如铅板)。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

5.1.6 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前, 探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员, 并防止有人进入控制区。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见, 工作期间要有良好的照明, 确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到, 应安排足够的人员进行巡查。

5.5.3 在试运行(或第一次曝光)期间, 应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前, 应对剂量仪进行检查, 确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间, 便携式测量仪应一直处于开机状态, 防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间, 工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪, 两者均应使用。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时, 应通过巡测确定控制区和监督区。

6.3.2 当 X 射线探伤装置、场所、被检物体(材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时, 均应重新进行巡测, 确定新的划区界线。

6.3.3 在工作状态下应检测操作位置, 确保操作位置的辐射水平是可接受的。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率, 确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时, 还应检测操作者所在位置的辐射水平, 以确认探伤机确已停止工作。

3、项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)与《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)等评价标准, 确定本项目的管理目标。

①周围环境辐射剂量率控制水平: 控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$

监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$

②个人年有效剂量: 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$; 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 地理位置

本项目配套用房迁建后的地理位置位于浙江省诸暨市陶朱街道千禧路13号，租赁诸暨优尼斯智能制造谷有限公司的闲置用房实施X射线贮存间、暗室和危废暂存间等配套用房的建设。出租方整体大厂区东侧为千禧路，南侧为赢绍纺织、浙江隆华进出口有限公司和浙江缘旺门窗有限公司，西南侧为全兴精工集团有限公司，西侧为浙江广昊机械科技有限公司的空地，北侧为展诚大道。

8.1.2 场所位置

本项目于 X 射线探伤机不作业时，全部临时贮存于设备贮存间内，实行双人双锁并专人负责。该贮存间位于办公楼的四层，其东侧为闲置用房，南侧隔走廊为闲置用房，西侧为楼梯口，北侧临空，正上方为出租方尚未对外租赁的闲置用房，正下方为瑞菱机械的闲置用房。绍兴市内项目部均固定在公司总部厂区的暗室内完成探伤洗片工作；绍兴市外各项目部均设有单独的临时性暗室，探伤胶片不运回公司总部厂区的暗室进行洗片。

8.2 环境现状监测与评价

本项目使用X射线探伤机进行现场探伤，由于其涉及的待检测项目具体地点不固定，故本次评价未对其进行环境现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

本项目为现场探伤项目，探伤设备外购后即可直接使用，无需安装。同时，探伤机贮存及洗片等均租赁现有场所，危废暂存间存在少量的改造施工，施工期环境影响较小。因此，本次评价对施工期不予评价，仅重点关注工艺设备和工艺分析。

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

X射线探伤机是由X射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，设备外型见图9-1。



图9-1 常用X射线探伤机外观图

9.1.2 工作原理

X射线探伤机是利用X射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过X射线管产生的X射线对受检工件焊缝处所贴的X线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机就据此实现探伤目的。

X射线探伤机主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

典型的 X 射线管结构见图 9-2。

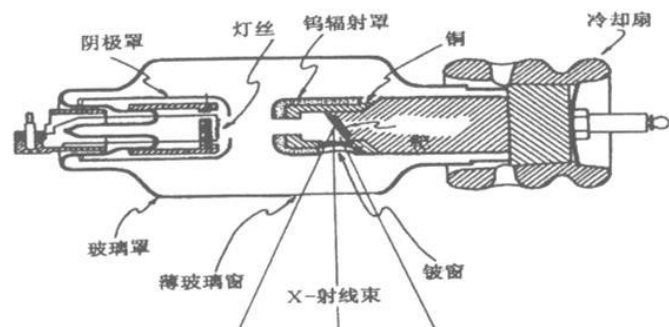


图 9-2 典型 X 射线管结构图

9.1.3 现场探伤工作流程及产污环节

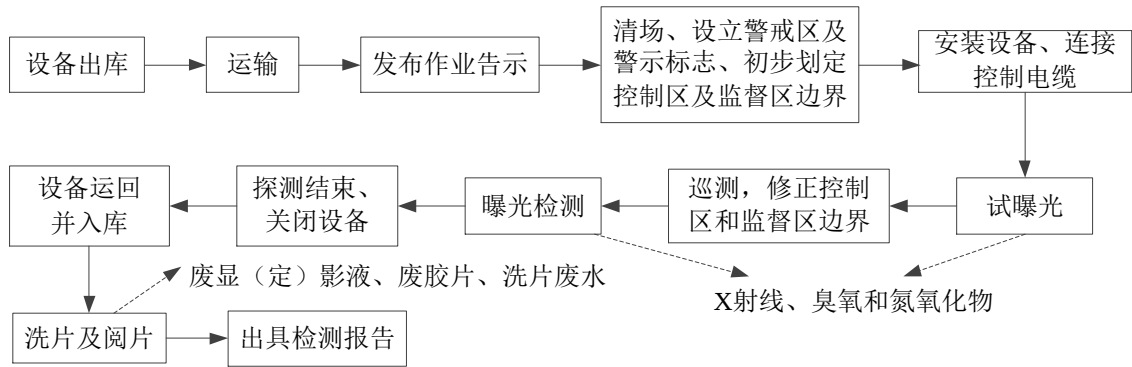


图9-3 X射线现场探伤流程及产污环节示意图

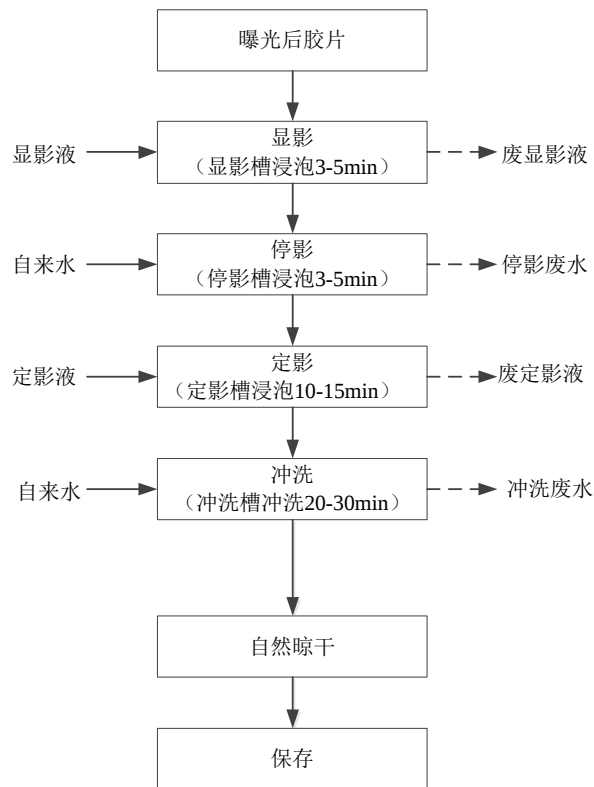


图9-4 洗片工艺流程及产污环节示意图

(1) 设备出库。根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，打开库房，根据探伤对象的规格选用合适型号的 X 射线探伤机，并在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

(2) 设备运输。探伤装置使用专用的机动车辆（设置放射性标志）运输，由专人押运。

(3) 探伤作业前需要进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。同时应根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）对工作场所进行分区管理，结合射线装置的最大管电压和最大管电流等参数理论估算出控制区及监督区的边界距离，进行初步的控制区和监督区边界划分。对划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，在控制区边界拉起临时警戒线并设“禁止进入 X 射线区”的警告牌，在监督区边界上设“无关人员禁止入内”的警告牌，并设灯光提示装置，由辐射工作人员负责现场巡视及监督检查，采用喇叭告知无关人员请勿靠近现场探伤工作区域，清除控制区和监督区范围内的非辐射工作人员，确保探伤作业时公众成员撤离监督区范围。

(4) 试曝光。现场作业人员均佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，监护人员确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，开始铺设电缆，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，设备操作人员开机进行试曝光，现场监护人员使用便携式辐射监测仪由远及近进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整分区。对划定的控制区和监督区进行修正，保障工作人员操作现场的周围剂量当量率小于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，公众位于周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域之外。

(5) 曝光检测。开机进行曝光，同时记录照射时间。到预定曝光时间后，探伤检测结束。

(6) 探伤结束，关闭机器。清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

(7) 设备运回并入库。专用车辆运输设备至仓库，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备入库。

(8) 从检测工件上取下已曝光的底片，待暗室冲洗处理后阅片，完成一次探伤任务。

(9) 后续胶片冲洗在洗片暗室内完成，主要流程：先把胶片放到显影槽内使用显影液浸泡 3-5min，然后放入停影槽内使用清水浸泡约 3-5min，接着放入定影槽内使用定影液里浸泡 10-15min，再进入冲洗槽采用清水冲洗约 20-30min，最后自然晾干后保存。

9.1.5 运行工况与人员配置计划

本项目探伤对象主要为各类机械铸件、承压管道焊缝和电力石化等管道，材质主要为钢。XXG-2005 型、RT-2305 型、XXG-2505 型、XXG-3005 型 X 射线探伤机探伤工件常用厚度分别为：20-30mm、20-30mm、30-40mm、40-50mm。现场探伤作业时，根据待检产品参数选择适用型号的探伤机，同一作业地点不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时现场探伤的情况。

经与建设单位核实，本项目迁建后预计年拍片量为 6000 张，单次探伤曝光时间最长约 5min，则年探伤时间为 500h。公司计划配 4 个现场探伤小组，每组由 2 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。因此本项目所需辐射工作人员合计 8 人，全部从现有辐射工作人员中调配。

9.2 污染源项描述

（1）X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污染途径是 X 射线外照射。

（2）臭氧和氮氧化物

X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3 且毒性低于氮氧化物，对周围环境影响较小。

（3）废显（定）影液和废胶片

本项目 X 射线现场探伤洗片与阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于《国家危险废物名录》中感光材料废物，危废代码为 HW16（900-019-16），并无放射性。项目 X、现场探伤年拍片量为 6000 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 120L，每年产生废胶片约 60 张（废片率按 1%计算），该部分危险废物定期委有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。

根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约 5940 张，存档期限为 10 年。存档满 10 年后的胶片最终处理方案分两种：①如用户需要，公司将

此类胶片转交用户保管，占比约 70%，即 4158 张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危废交有资质单位处理处置，占比约 30%，即 1782 张胶片。基于本项目运行后的第 11 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 1842 张，单张胶片平均重量约 10g，则折算为重量约 18.4kg。

洗片过程中会产生一定量的洗片废水，经与建设单位核实，停影槽和冲洗槽的废水大约每半年换一次，单次更换的洗片废水（包括停影废水和冲洗废水）产生量约 40L，则洗片废水年产生量约 80L。该部分废水较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需做危险废物处理，定期委托有资质的单位处理处置。本项目暗室拟配置 2 个容积为 50L 的废液桶，用于收集废显（定）影液和洗片废水，然后转移至危废暂存间进行集中贮存。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，具体见表 9-2。

表 9-2 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	产生量	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	120 L/a	洗片	液态	显（定）影液	显（定）影液	每次现场探伤	T	收集于危废暂存间，定期委托有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	18.4 kg/a	阅片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次现场探伤、存档期满	T	
3	洗片废水	HW16	900-019-16	80L/a	洗片	液态	AgBr、显（定）影剂及强氧化物	AgBr、显（定）影剂及强氧化物	每次现场探伤	T	

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1辐射工作场所分区

公司开展 X 射线现场探伤作业时，应根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，并在边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。

该公司拟采取的布局与分区措施基本满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中关于现场探伤的要求。

10.1.2辐射安全和防护措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）与《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）以及辐射管理的相关制度，为减少辐射对环境的影响程度，建设单位针对移动式 X 射线探伤机的固有安全属性、贮存、运输、现场探伤等环节拟采取如下辐射安全和防护措施：

10.1.2.1 X 射线探伤机的固有安全属性

（1）X射线管头组装体

- ①移动式或固定式的X射线装置管头组装体应能固定在任何需要的位置上并加以锁紧。
- ②X射线管头应设有限束装置。
- ③X射线管头窗口孔径不得大于额定最大有用线束射出所需尺寸。
- ④X射线管头应具有如下标志：a、制造厂名称或商标；b、型号及出厂编号；c、X射线管的额定管电压、额定管电流；d、焦点的位置；e、出厂日期；f、电离辐射标志。
- ⑤X射线装置在额定工作条件下，距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率应符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中第3.1.1.5条款的表1要求。

（2）控制台

- ①应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示、以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。
- ②应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。
- ③应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停

机或待机状态才能拔出。

④应设置紧急停机开关。

⑤应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

（3）连接电缆

对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

经与建设单位核实，本项目各型号 X 射线探伤机的控制线缆长度均为 20m，满足现场探伤的作业要求。

10.1.2.2 X射线机贮存间的辐射安全和防护措施

（1）X 射线探伤机不现场作业时，全部存放于专门的设备贮存间内。该场所仅存放设备，不涉及射线装置的使用、调试及检修工作。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

（2）射线装置贮存场所实行双人双锁，由专职工作人员负责，采用防盗门窗，门上应设有电离辐射警告标志，其入口处应安装视频监控系统。

（3）射线装置贮存场所应满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

（4）公司应制定射线装置的领取、归还和登记制度，并建立设备管理台账。

10.1.2.3 X射线探伤机运输和临时储存的辐射安全和防护

（1）本项目 X 射线探伤机的运输工作是由浙江越新检测技术有限公司自行承担，配有专用运输车辆，设有防盗锁。

（2）运输全程由经过培训的辐射工作人员负责，如人员需要离开车辆，应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管。

（3）无法当天返回贮存库时，X 射线探伤机由工作人员负责看管，并派人 24h 值班。

（4）X 射线探伤设备临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。

（5）公司应制定 X 射线探伤机运输管理规定，工作人员严格按照规定进行规范运输。

10.1.2.4 X射线探伤机现场探伤过程中的辐射安全和防护措施

（1）现场探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

（2）控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

（3）现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范

围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。本项目的 X 射线探伤机均为定向机，设备在出厂时已自带准直器。

（4）控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

（5）在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

（6）现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

（7）探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

（8）在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。

（9）现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

（10）X 射线现场探伤作业时，应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

（11）警示信号指示装置应与探伤机联锁。

（12）在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。本项目单个探伤现场，拟设 4 个工作状态指示灯和 4 个声音提示装置，分别布设于划定的控制区 4 个方向，可以覆盖控制区的所有边界。

（13）应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

（14）应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

（15）开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

(16) 控制区的范围应清晰可见, 工作期间要有良好的照明, 确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到, 应安排足够的人员进行巡查。

(17) 在试运行 (或第一次曝光) 期间, 应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

(18) 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前, 应对剂量仪进行检查, 确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间, 便携式测量仪应一直处于开机状态, 防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(19) 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场检测时, 应通过巡测确定控制区和监督区。

(20) 当探伤装置、场所、被检测体 (材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时, 均应重新进行巡测, 确定新的划区界线。

(21) 在工作状态时应检测操作位置, 确保操作位置的辐射水平是可以接受的。

(22) 在工作状态时应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率, 确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

(23) 探伤机停止工作时, 还应检测操作者所在位置的辐射水平, 以确认探伤机确已停止工作。

(24) 现场探伤时, 即使监督区边界满足周围剂量率的标准要求, 公司仍应避免在场界有人口密集区 (作业时人员无法清场) 或环境敏感区 (如居民小区、学校或幼儿园) 周围开展现场探伤作业。

(25) 公司应避免使用高电压等级的探伤机对较薄工件进行探伤作业, 否则应根据实际情况扩大监督区和控制区的管控范围。

(26) 合理规划 X 射线现场探伤时间, 避开人流高峰期。探伤作业尽可能优选在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行, 或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场,

(27) 鉴于工作场所情况多样性, 公司应根据实际情况必要时可临时增加巡护人员, 确保现场探伤辐射防护安全。

(28) 若现场探伤作业时邻近存在建筑物, 除了向可能受影响的公众进行必要的辐射告知外, 还需进行清场工作。无法清场时, 不得开展现场探伤作业。

(29) 本项目现场探伤作业地点不固定, 本次评价建议建设单位以探伤作业地点所属区域的生态环境主管部门实际监管要求为准。如有报备要求的, 建设单位在现场探伤作业前必

须严格按照规定将现场探伤作业方案等相关情况报告当地生态环境主管部门。

(30) 现场探伤时应考虑同一地点不同高度辐射剂量率的影响，建设单位应在人员可达区域按不同楼层高度布点实测，做好两区划分及相应的辐射安全防护工作。

10.1.2.5 X射线探伤机的检查和维护

(1) 日检

每次工作开始前应进行检查的项目包括：a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；c) 安全联锁是否正常工作；d) 报警设备和警示灯是否正常运行；e) 螺栓等连接件是否连接良好。

(2) 定期检查

定期检查的项目应包括：a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；c) 制造商推荐的其他常规检测项目。

(3) 设备维护

a) 公司应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或者设备制造商进行。b) 设备维护内容包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。c) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。d) 应做好设备维护记录。

10.1.2.6 辐射工作人员配置

(1) 公司应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。本项目计划每台 X 射线装置现场探伤时，由 2 名辐射工作人员负责，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。

(2) 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

10.1.2.7 辐射防护设施配置

本项目实施后计划配置 4 个现场探伤小组，每组由 2 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。同时，现场探伤过程中，同一作业地点不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时探伤的情况。

本项目现有辐射防护设施配置情况见表 1-4，无法满足本项目迁建后的辐射防护设施配

置需求。本次评价要求建设单位在现有基础上新增部分辐射防护设施，以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求，具体计划见表 10-1。本项目用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、凋零、电池、仪器对射线的响应。

表 10-1 本项目现场探伤辐射防护设施配置计划

辐射防护设施	单组拟配置数量	本项目拟配置总量	备注
辐射巡测仪	1 台	4 台	现有基础上拟新增 3 台
个人剂量计	2 个	8 个	依托现有
个人剂量报警仪*	2 个	8 个	依托现有
电离辐射警示标志	若干	若干	依托现有
电离辐射警示标牌	4 个	16 个	依托现有
工作状态指示灯	4 个	16 个	依托现有
声音提示装置	4 个	16 个	拟新增 16 个
铅屏风	1 块	4 块	拟新增 2 块
警戒绳（不低于 400m）	1 套	4 套	依托现有
警戒带	4 卷	16 卷	依托现有
铅背心、铅围脖、铅手套、铅防护眼镜	各 2 套	各 8 套	依托现有
注：*指具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪，同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能。			

10.1.2.8 现场探伤档案管理要求

公司每次现场探伤作业活动均应建立完整的档案，做到“一事一档”，使每次现场探伤的辐射安全和防护状况具有可追溯性。需要归档的材料应包括以下内容：

（1）移动探伤作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录，对工作场所和周围环境监测记录等。

（2）探伤活动期间异常情况说明以及其他需要记录的有关情况。

10.1.2.9 射线装置报废辐射安全管理要求

本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销，不得随意处置或丢弃。

10.1.2.10 危险废物环境管理措施

本项目现场探伤的作业范围是全国各地，每个现场探伤项目部均设有暗室。对于探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及高浓度的洗片废水，绍兴市内项目部将该部分危废集中收集后定期委托诸暨市油润再生资源回收有限公司处理处置；绍兴市外项目部遵循“就近处置”的原则，针对工期较长的检测项目，建设单位在签订无损检测服务合同时便与委托方关于该部分危废作出相关协议，委托方应提供危废处置条件并由其代为处置，最终委托当地的有资质单位处理处置；针对工期较短的检测项目，建设单位自行将该部分危废集中收集后定期委托当地的有资质单位处理处置，不跨区域转移危险废物，进一步降低危废运输过程中可能产生的环境风险。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单与《危险废物转移管理办法》（生态环境部令第 23 号）等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施：

（1）绍兴市内项目部产生的危废

①危废的贮存

建设单位拟在办公楼的 5 层设置 1 间专门的危废暂存间，建筑面积约 7m²，具体位置见附图 5。该场所的建设应满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，地面必须硬化处理，采用防盗门窗，门上应设规范的危废标识并上锁管理。同时，本项目危险废物产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，具体见表 10-2。

表 10-2 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所 (设施)名称	危险废物 名称	危险废物 类别	危险废物 代码	位置	占地 面积	贮存 方式	贮存 能力	贮存 周期
1	危废暂存间	废显（定） 影液	HW16	900-019-16	办公楼五层	7m ²	专用防 渗容器	0.5t	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装 堆放		一年
3		洗片废水	HW16	900-019-16			专用防 渗容器		一年

危废暂存场所的日常管理应做到：①专人管理，其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和

性质。③危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账，管理人员应作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

②危废的转移

本项目危废由有资质单位定期到厂内收集并运输转移，危废转移过程中应严格执行转移联单管理制度，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

③危废的委托处置

浙江越新检测技术有限公司已与诸暨市油润再生资源回收有限公司签订了危废收集转运协议，该单位已获得绍兴市生态环境局诸暨分局同意其开展小微产废企业危险废物收集服务。同时，诸暨市油润再生资源回收有限公司与浙江永绿物流有限公司（具备有效的道路运输经营许可证）签订了危废委托运输协议，与台州市德长环保有限公司（具备有效的危险废物经营许可证，核准经营的危废类别包括 HW16：900-019-16）签订有危险废物委托处置合同，相关协议文件见附件 14。因此，本项目危废处置方案基本可行。

（2）绍兴市外项目部产生的危废

临时性暗室的管理参考总部厂区的危废暂存间，场所建设要求均须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单中相关规定。该部分危废定期委托当地的有资质单位处理处置，不跨区域转移危废。

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

（1）X 射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

（2）X 射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废水等属于危险废物，企业应定期委托有资质的单位回收处理。

表 11 环境影响分析

11.1建设阶段对环境的影响

由于X射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开关而产生、消失。在建设过程中X射线探伤机未通电运行，在贮存过程中也不进行探伤操作，故建设期或贮存期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、放射性废水及固体废物产生。

11.2运行阶段对环境的影响

11.2.1现场探伤控制区和监督区的理论划分

本项目现场探伤主要采用两种透照射方式：单壁透照和双壁透照，其中单壁透照时X射线探伤机位于管道内侧，胶片敷贴于管道外侧；而双壁透照时X射线探伤机位于管道外侧，胶片敷贴于管道对侧。

在实际探伤过程中，定向探伤机的主束射向所检查的工件。射线能量根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），利用辐射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/h的范围划为监督区，严禁公众成员进入该区域。

11.2.2理论计算

（1）有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编）中P69页的式（3.1）和P96页的式（3.45），在距离靶r（m）处由X射线探伤机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$K = \frac{I \delta_x (r_0/r)^2}{10^{(d_1/d_2)}} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：K——经工件屏蔽后的空气比释动能率，mGy·min⁻¹；对于控制区边界取15μSv/h，即2.5×10⁻⁴mSv·min⁻¹，对于监督区边界取2.5μSv/h，即4.2×10⁻⁵mSv·min⁻¹；

I——X射线机管电流，mA；本项目X射线探伤机的管电流均为5mA；

δ_x——X射线探伤机的发射率常数，mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；根据《辐射防护导论》（方

杰主编) P343页附图4, 本项目不同管电压探伤机保守在0.5mmCu过滤条件下发射率常数 ($\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 分别为: $\delta_x(200\text{kV})=10$; $\delta_x(230\text{kV})=11$; $\delta_x(250\text{kV})=11.5$; $\delta_x(300\text{kV})=12.5$;

r_0 ——X射线管钨靶离焦点的距离, 本项目均取1m;

r ——参考点到X射线机靶的距离, m;

d_1 ——被检工件厚度, mm; 实际探伤过程中, 射线能量是根据被检工件的厚度进行调节。根据建设单位提供的资料, 本项目XXG-2005、RT-2305、XXG-2505、XXG-3005型处于最大开机工况时, 探伤常用工件透照厚度分别为20-30mm、20-30mm、30-40mm、40-50mm材质主要为钢。

d_2 ——钢的什值层厚度, mm; 根据《辐射防护导论》(方杰主编) P103页图3.23, X射线在钢中的什值层厚度见表11-1。

表11-1 X射线束在钢中的什值层厚度

X射线管电压 (kV)	200	230	250	300
钢的什值层厚度TVL (mm)	13	15	18	20

(2) 漏射线

根据《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 第3.1.1.5条款: X射线装置在额定工作条件下, 当X射线管电压 $>200\text{kV}$ 时, 距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率 $<5\text{mGy/h}$ 。当X射线机管电压处于 $150\text{kV} \sim 200\text{kV}$ 时, X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率 $<2.5\text{mGy/h}$ 。

一般情况下出厂合格的X射线探伤机都将满足该要求。根据空气比释动能率与距离的平方成反比的关系式, 可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围, 见式(11-2)。

$$K_1 = K_0 R_0^2 / R_1^2 \dots\dots\dots (11-2)$$

式中: K_1 ——距探伤机表面 $R_1(\text{m})$ 处的空气比释动能率, mGy/h ; 对于控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$, 对于监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$;

K_0 ——距离探伤机表面1m处的空气比释动能率, mGy/h ; 本项目XXG-2005型探伤机取值 2.5mGy/h ; RT-2305、XXG-2505、XXG-3005型探伤机均取值 5mGy/h ;

R_0 ——探伤机表面外1m;

R_1 ——参考点距探伤机表面的距离, m。

(3) 散射线

本项目探伤机工作时，X射线一般只有经1次散射后到达工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后到达工件外，散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编）P185页公式（6.6）计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \alpha_r a q} \dots\dots\dots (11-3)$$

由上式可以推导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot \alpha_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处周围剂量当量率的控制水平（Sv/h）；

$$\dot{H}_{L,h} \text{（控制区）} = 15 \times 10^{-6} \text{Sv/h}, \dot{H}_{L,h} \text{（监督区）} = 2.5 \times 10^{-6} \text{Sv/h};$$

F_{j0} ——辐射源处辐射水平（Gy·m²·min⁻¹），由 $I \cdot \delta_\chi$ 确定， δ_χ 取值情况同上，则 F_{j0} 取值如下：XXG-2005型探伤机： $F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 10 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.050 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

RT-2305型探伤机： $F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 11 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.055 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

XXG-2505型探伤机： $F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 11.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.058 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

XXG-3005型探伤机： $F_{j0} = I \cdot \delta_\chi = 12.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.063 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

α_r ——反射物的反射系数，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P187页图6.4，对于入射光子能量分别为0.20MeV、0.23MeV、0.25MeV和0.28MeV时，单能光子在钢上的反射系数保守均取0.015。

a ——X射线束在反射物上的投照面积（m²）， $a = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ， θ 为辐射角，本项目取40°，即 $a = 0.1$ ；

r_i ——辐射源同反射点之间的距离（m），取1m；

r_R ——反射点到参考点的距离（m）；

k ——单位换算系数，对于X射线源为 1.67×10^{-2} ；

q ——参考点所在位置相应的居留因子，取1；

η_{rR} ——透射因子，取1。

（4）理论计算结果

该公司现场探伤是根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机，且每次探伤作业仅限单台探伤机开机操作。假设探伤作业时，设备满功率运行，将相关参数带入公式（11-1）～（11-2），可估算出不同管电压条件下探伤机探伤时控制区和监督区的边界范围，见表11-2。

表11-2 X射线探伤机现场探伤控制区与监督区估算结果

探伤机型号	射线类型		控制区范围（m）	监督区范围（m）
XXG-2005	有用线束	钢板厚度20mm	76	186
		钢板厚度30mm	31	77
	泄漏辐射		13	32
	散射辐射		17	42
RT-2305	有用线束	钢板厚度20mm	101	247
		钢板厚度30mm	47	114
	泄漏辐射		18	45
	散射辐射		18	44
XXG-2505	有用线束	钢板厚度30mm	70	172
		钢板厚度40mm	37	91
	泄漏辐射		18	45
	散射辐射		19	46
XXG-3005	有用线束	钢板厚度40mm	50	122
		钢板厚度50mm	28	69
	泄漏辐射		18	45
	散射辐射		19	48

因此，本项目XXG-2005型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约76m，最大监督区范围约186m；非有用线束方向最大控制区范围约17m，最大监督区范围均约42m。RT-2305型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约101m，最大监督区范围约247m；非有用线束方向最大控制区范围约18m，最大监督区范围均约45m。XXG-2505型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，最大有用线束方向控制区范围约70m，最大监督区范围约172m，非有用线束方向最大控制区范围约19m，最大监督区范围均约46m；XXG-3005型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约50m，最大监督区范围约122m，非有用线束方向最大控制区范围约19m，监督区范围均约48m。实际现场探伤时，本次评价建议建设单位现场探伤时采取本报告关于现场探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区和监督区划分，然后采用辐射监测仪巡测的方式进行实测验证和调整。

11.2.4 人员受照剂量

1、计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 3.1.1 条款中的公式（1），

人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中：H——年有效剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——探伤装置年照射时间，h/a；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本次评价均保守取 1；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A 表 A.1 进行取值。

2、估算结果

鉴于现场探伤的工作场所各不相同，因此本次评价采用边界控制限值进行剂量估算。

（1）辐射工作人员

保守假设：a、该公司年探伤时间为 500h；b、该公司现场探伤作业小组共 4 组，每组由 2 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。c、X 射线探伤机有延时开机功能，操作人员开机后马上退至控制区边界处（控制区的边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $15\mu\text{Sv/h}$ 计算）。d、居留因子按全停留考虑，保守取 1。

根据式（11-5）计算，单名辐射工作人员的年附加有效剂量约 1.88mSv/a 。

（2）公众人员

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。

该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区的边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算。

保守假设：因移动式探伤机操作现场不固定，年受照时间按 500h 计，居留因子按偶然停留考虑，保守按典型值取 1/16。根据式（11-5）计算，公众成员的年附加有效剂量约 0.08mSv/a 。

因此，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年附加有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。

上述估算是特定条件下的计算结果，没有采取任何屏蔽措施。在实际探伤工作中工作人员采取了必要的防护措施，如利用现场的地形、铅服、建筑屏蔽物等防护措施，因此，辐射剂量要小于理论计算结果。此外，通过培训与演练，增强探伤工作人员的操作熟练程度，提高防护意识，深入贯彻安全、文明生产理念，接收的辐射剂量率将会进一步降低。

11.2.5 “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

X射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

X射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废水均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故工况

公司拟使用的X射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

（1）仪器故障：X射线探伤机机漏射线指标达不到《工业X射线探伤放射防护要求（GBZ 117-2015）》规定的要求，或探伤机故障以及控制失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

（2）未分区管理：X射线探伤机在照射状态，作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线或者曝光前未清查现场，使人员误入或者误留辐射区，可导致较大剂量照射，可能造成辐射损伤，或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域。

（3）误照射：在探伤现场没有做好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作人员或公众造成不必要照射；在未确定安装探伤机的工作人员远离X射线探伤机的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，X射线探伤机摆置不当，机头未投射于探伤物件，而直接照向人群居留位置，而导致误照射，往往会造成大剂量的误照。

（4）在不适合探伤的场地实施现场探伤，造成人员不必要照射。

（5）X射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员不必要的照射。

11.3.2 事故后果

X射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，为中危险射线装置，事故可能引起急性放射性损伤。长

时间、大剂量照射甚至导致死亡。

11.3.3风险防范措施

（1）从事X射线探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好探伤机的日常维护保养，定期检查，保证X射线探伤机始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）为防止开展现场探伤时，公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场，布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设警戒灯和警示牌提示公众外，还必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此，每个移动探伤现场除操作人员外，还至少有1名安全巡查人员。

（3）射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

（4）加强运输过程中的防盗意识，运输时应安排专人押送。贮存射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，应安装防盗门、防盗窗、监控及报警器装置等。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

12.1.1 现有机构的设置

浙江越新检测技术有限公司已成立以金杭飞为组长的辐射安全防护小组，同时设有1名本科人员（方飞忠）专职负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。本次迁建项目与现有从事的辐射活动内容完全相同，因此现有机构可以满足本项目迁建后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）本项目现有辐射工作人员辐射安全管理现状情况见前文表1章节的1.7.2，此处不重复表述。

（2）本项目所需辐射工作人员部分从现有辐射工作人员中调配，部分拟新增。对于拟新增的辐射工作人员，公司应做好以下管理工作：

①所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告2019年第57号）的要求参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn/>）学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

②所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中有关要求，使用射线装置的单位要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见前文表1中1.7.2章节，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。本次迁建的内容与现有已许可的辐射活动相同，故现有规章制度基本可以满足本项目实施后的辐射安全管理需要。为进一步优化管理制度，本次评价建议建设单位完善、补充如下内容：

①危险废物环境管理制度：明确专人管理危险废物，建立危险废物台账，如实记载产生危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息，并定期委托有资质的单位处理处置。

②辐射安全档案管理制度：应建立辐射安全工作档案，并专人负责保管，妥善保存下列资料：

a、辐射环评、辐射安全许可证及相关审批文件档案：历次核技术利用项目环境影响评价文件及环评批复文件、历次辐射安全许可证申请和变更、延续等办理手续的材料、辐射安全许可证正副本、历次核技术利用项目验收文件和批复等。

b、辐射安全管理制度：射线装置台账、射线装置购买和报废相关材料、辐射安全管理制度文件资料、射线装置使用登记和维修维护记录、历次辐射管理培训和辐射应急演练记录、历次生态环境部门监督检查的检查表及整改报告、历次辐射安全和防护年度评估报告、辐射事故（事件）处理情况相关材料等。

c、辐射工作人员档案：辐射工作人员名单、辐射工作人员辐射岗位培训合格证、历次辐射工作人员个人剂量监测报告和个人剂量监测台账、历次放射性工作场所监测报告、辐射防护仪器设备和用品台账等。

d、危废档案：危废管理计划、危废产生和贮存台账，危废申报登记材料、危废转移审批材料、危废转移联单及危废委托处置合同等。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目X射线现场探伤的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《放射工作监测制度》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测。公司现有辐射仪器和防护用品清单见前文的表1-4，可以满足现阶段的探伤工作要求。

12.3.2 本项目辐射监测要求

12.3.2.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

本项目相关辐射监测仪器配置计划见前文表10章节中表10-1。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能够满足本项目的仪器配备要求。

12.3.2.2 个人剂量监测

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计；同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

12.3.2.3 探伤工作场所辐射监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

（1）正式使用前监测：委托有相关监测资质的监测单位对核技术应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

（2）常规监测：日常使用过程中对控制区、监督区边界及使用场所周边关注点进行监测。如发现划定的区域未能满足相关标准的要求，及时对划定的分区进行调整，并将每次巡测结果记录存档备案。

（3）每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，对射线装置的安全

和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）等相关标准要求，本项目辐射监测计划建议如下：

表12-2 辐射监测计划

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率
日常监测	周围剂量当量率	控制区和监督区边界	每次现场探伤工作时
委托监测	周围剂量当量率	控制区和监督区边界	竣工环保验收监测
		控制区和监督区边界	每年的辐射防护年度评估报告（1次/年）
	职业性 外照射个人剂量	本项目辐射工作人员	定期送检有资质的单位（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月）

12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中第十二条规定，公司应对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.5 环保竣工验收

公司应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南——污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托

有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.6 辐射事故应急预案

12.6.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，该公司须建立的辐射事故应急预案，主要内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- （3）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。
- （5）生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- （6）编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在2小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

12.6.2 现有应急预案执行情况

目前公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件11。该预案确定了辐射事故应急小组，并公布了应急组织各成员的姓名、岗位和事故情况下相关联系人和24小时联络电话，涵盖了辐射事故应急措施，可以满足本项目实施后的相关要求。

公司定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

12.6.3 本项目应急预案完善要求

本次评价要求在项目投入运行后，公司应做到：

①射线装置异地作业时，应及时公布公司项目部所在地的生态环境、卫生、公安等相关主管部门的联系方式。

②制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

③公司应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。

④公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境部门备案，开展隐患排查并及时消除隐患，防止发生事故。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护结论

公司在进行 X 射线现场探伤时，严格按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求划定控制区和监督区，在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。项目辐射安全防护设施见本报告 10.1.2 章节。

13.1.3 辐射安全管理结论

（1）公司已成立辐射安全防护小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

（2）公司已组织所有辐射工作人员参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

（3）公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位检测（常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。同时，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满75周岁，或者停止辐射工作30年；职业健康监护档案应长期保存。

（4）公司应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.4 辐射环境影响分析结论

（1）污染因子

本项目的主要污染因子为X射线、臭氧和氮氧化物及废显（定）影液、废胶片和洗片废液。

（2）现场探伤控制区和监督区的划分

经理论预测，本项目XXG-2005型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约76m，最大监督区范围约186m；非有用线束方向最大控制区范围约17m，最大监督区范围均约42m。RT-2305型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约101m，最大监督区范围约247m；非有用线束方向最大控制区范围约18m，最大监督区范围均约45m。XXG-2505型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，最大有用线束方向控制区范围约70m，最大监督区范围约172m，非有用线束方向最大控制区范围

约19m，最大监督区范围均约46m；XXG-3005型X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤时，有用线束方向最大控制区范围约50m，最大监督区范围约122m，非有用线束方向最大控制区范围约19m，监督区范围均约48m。在进行X射线现场探伤作业时，应采用巡测的方式进行控制区及监督区的严格划分。

（3）保护目标剂量

根据剂量估算结果，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年附加有效剂量小于本次评价项目剂量约束值（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求。只要根据本报告提出的辐射防护要求严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒线、警戒灯的设置及巡检等工作，则现场探伤时人员不会受到额外的辐射照射。

（4）“三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

X射线现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

X射线现场探伤洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液、废胶片和洗片废液均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。

13.1.5 可行性结论

（1）产业政策符合性

结合国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》及国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

（2）实践正当性

本项目实施的目的是为了对外开展各项无损检测业务，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的辐射影响。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）选址合理性

X射线现场探伤作业地点不确定，只要严格按照探伤操作规程，做好作业时的安全管理工作，确保周围无相关人员，严格按照控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界

周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求执行，探伤期间通过便携式辐射剂量仪巡测，则其操作是可行的。

13.1.6 环保可行性结论

综上所述，浙江越新检测技术有限公司X射线现场探伤迁建项目，在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，企业将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价的4台移动式X射线探伤机运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

1、公司承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

2、环评报批后，公司需及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

3、建设项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

4、本项目投入运行后，如后续业务量扩大，公司应及时增加相应数量的辐射工作人员，以满足现场探伤工作要求。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日

审批意见：	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日